

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-274838  
(43)Date of publication of application : 08.10.1999

(51)Int.Cl.

H01Q 3/26  
G01S 7/02  
G01S 7/03  
G01S 13/93  
H01Q 13/20  
H01Q 21/06

(21)Application number : 10-098413  
(22)Date of filing : 25.03.1998

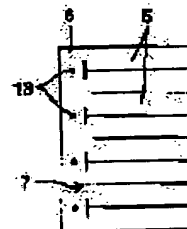
(71)Applicant : TAKUSHOKU UNIVERSITY  
(72)Inventor : GOTO NAOHISA

(54) ACTIVE PHASED ARRAY ANTENNA

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an active phased array antenna with which directivity is not degraded even when active elements are economized to 1/2 in the case of a scanning range within  $\pm 10^\circ$  in a new structure as an automobile collision preventive radar or the like.

SOLUTION: While utilizing the features of a single layer structure waveguide power feeding circuit, this antenna is constituted so as to incline the power feeding phases of two adjacent waveguides 5 and 5 between the power feeding points of an active element 13 without partitioning any power feeding waveguide 6. Even when the active elements 13 are economized by half, a phase error can be eliminated and the directivity similar to that of an ordinary array can be provided almost without being degraded.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.03.2005  
[Date of sending the examiner's decision of rejection]  
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-274838

(43) 公開日 平成11年(1999)10月8日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	F I	
H 0 1 Q	3/26	H 0 1 Q	3/26 Z
G 0 1 S	7/02	G 0 1 S	7/02 F
	7/03		7/03 D
	13/93	H 0 1 Q	13/20
H 0 1 Q	13/20		21/06
審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 5 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平10-98413

(22) 出願日 平成10年(1998) 3 月25日

(71) 出願人 597172823

学校法人 拓殖大学

東京都文京区小日向3丁目4番14号

(72) 発明者 後藤 尚久

東京都八王子市城山手2-8-1

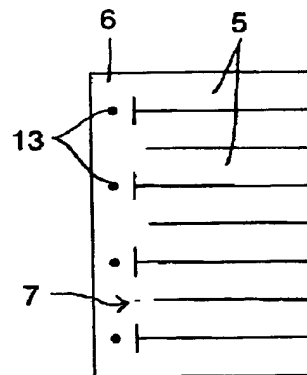
(74) 代理人 弁理士 吉村 直樹 (外1名)

(54) 【発明の名称】 アクティブフェーズドアレーアンテナ

(57) 【要約】

【課題】 自動車衝突防止レーダ等として新規な構造で、走査範囲が $\pm 10^\circ$  以内のときにアクティブ素子を1/2に節減しても指向性が劣化しないアクティブフェーズドアレーアンテナを提供する。

【解決手段】 一層構造導波管給電回路の特徴を利用し、給電導波管6を仕切らずに、アクティブ素子13の給電点間にある2個の隣り合う導波管5、5の給電位相に勾配をもたせるように構成する。アクティブ素子13を半数に節減しても、位相誤差はなくすることができ、また通常のアレーと同様の指向性をほぼ劣化せずを示す。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 管軸方向に複数のスロットを形成するとともに隣接して平行に配列した複数の放射導波管と、管軸方向が該放射導波管の管軸方向に対して直交するとともに上記放射導波管の各々に対して給電する給電導波管とを同一平面内に形成し、上記各放射導波管ごとに上記給電導波管を仕切り、各仕切り部分ごとにアクティブ素子を配してなることを特徴とするアクティブフェーズドアレーアンテナ。

【請求項 2】 管軸方向に複数のスロットを形成するとともに隣接して平行に配列した複数の放射導波管と、管軸方向が該放射導波管の管軸方向に対して直交するとともに上記放射導波管の各々に対して給電する給電導波管とを同一平面内に形成し、相隣る一対の放射導波管ごとに上記給電導波管を仕切り、各仕切り部分ごとにアクティブ素子を配してなることを特徴とするアクティブフェーズドアレーアンテナ。

【請求項 3】 管軸方向に複数のスロットを形成するとともに隣接して平行に配列した複数の放射導波管と、管軸方向が該放射導波管の管軸方向に対して直交するとともに上記放射導波管の各々に対して給電する給電導波管とを同一平面内に形成し、上記給電導波管を仕切らずに相隣る一対の放射導波管ごとにアクティブ素子を配してなることを特徴とするアクティブフェーズドアレーアンテナ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、アクティブフェーズドアレーアンテナに関する。

## 【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】一般にフェーズドアレーアンテナは、複数のアンテナ素子を配列して構成し、各アンテナ素子の位相や振幅を制御してビーム自体の形を変えることが可能となっている。またフェーズドアレーアンテナは、電子的に各アンテナ素子の位相を変化させることで、固定したアンテナのビームを高速で空間走査できるという特徴を有する。そして最近では、小型軽量化した増幅器や移相器等のアクティブ素子をアンテナ素子と一体化したアクティブフェーズドアレーアンテナが実現している。

【0003】また近年では、自動車衝突防止レーダ用として周波数 77GHz（波長 3.9mm）のアンテナの開発が急がれているが、このような高利得（約 30dB）のミリ波アンテナには、上述のようにアンテナを固定してビームを走査できるアクティブフェーズドアレーアンテナが好ましいと考えられている。

【0004】ところで、自動車衝突防止レーダとしては ±10° 以内の走査が目標とされている一方で、アクティブフェーズドアレーアンテナとしてはアクティブ素子の節減が重要な課題とされている。そこで本発明は、本

願発明者等が開発した一層構造導波管スロットアンテナとそれに対する給電回路を利用して、自動車衝突防止レーダ等として新規な構造のアクティブフェーズドアレーアンテナであるとともに、走査範囲が ±10° 以内のときにアクティブ素子を 1/2 に節減しても指向性が劣化しないものを提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】そこで本発明のアクティブフェーズドアレーアンテナのうち請求項 1 に係るものは、上記目的を達成するために、管軸方向に複数のスロットを形成するとともに隣接して平行に配列した複数の放射導波管と、管軸方向が該放射導波管の管軸方向に対して直交するとともに上記放射導波管の各々に対して給電する給電導波管とを同一平面内に形成し、上記各放射導波管ごとに上記給電導波管を仕切り、各仕切り部分ごとにアクティブ素子を配してなることを特徴とする。

【0006】同請求項 2 に係るものは、上記目的を達成するために、管軸方向に複数のスロットを形成するとともに隣接して平行に配列した複数の放射導波管と、管軸方向が該放射導波管の管軸方向に対して直交するとともに上記放射導波管の各々に対して給電する給電導波管とを同一平面内に形成し、相隣る一対の放射導波管ごとに上記給電導波管を仕切り、各仕切り部分ごとにアクティブ素子を配してなることを特徴とする。

【0007】同請求項 3 に係るものは、上記目的を達成するために、管軸方向に複数のスロットを形成するとともに隣接して平行に配列した複数の放射導波管と、管軸方向が該放射導波管の管軸方向に対して直交するとともに上記放射導波管の各々に対して給電する給電導波管とを同一平面内に形成し、上記給電導波管を仕切らずに相隣る一対の放射導波管ごとにアクティブ素子を配してなることを特徴とする。

## 【0008】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。本発明の実施形態を説明する前に、従来から利用されている導波管スロットアンテナの構造を説明する。図 1 は従来公知の導波管スロットアンテナの一例を示す斜視図である。このアンテナは、複数の放射導波管 1・・・と、管軸方向が放射導波管 1 の管軸方向に対して直交する 1 本の給電導波管 2 とからなり、放射導波管 1 には管軸方向に沿って複数のスロット 3・・・が設けてあり、給電導波管 2 には放射導波管 1 に対応させた点線で示す結合スロット 4・・・が設けてある。結合スロット 4 は、放射導波管 1 の共通の壁に切られており、これを通して電力が給電されるようになっている。その他の動作については周知であるので説明を省略するが、構造的には、放射導波管 1 と給電導波管 2 とが重なって複雑なものになっているだけでなく、製造も難しく、したがって高価であるため、もっぱら防衛用のレーダ等に利用されていた。

【0009】図2は本願発明者等が先に提案した一層構造導波管スロットアンテナを示す斜視図である。このアンテナは、複数の放射導波管5・・・と管軸方向が放射導波管5の管軸方向に対して直交する給電導波管6を同じ面に並べ、給電導波管6の一つの給電窓7から2本の放射導波管5に給電し、受信電力の流れがいわゆるπ分岐となるようにしている。図中8は給電ピン、9は整合用壁である。またこのアンテナは、複数の放射導波管5の管軸方向に沿って複数の十字型スロット10・・・を形成した上部のスロット板11と、放射導波管5及び給電導波管6とするための溝を形成した下部のみぞ構造体12とを別々に製作するようにしたもので、大量生産に適している。具体的には、上部のスロット板11にはプレスにより精密に十字型スロット10を孔明けし、みぞ構造体12はダイカストにより仕切りを設けて形成し、これらを重ね合わせて接着するだけで完成できるようにしている。

【0010】上述の、特に図2に示すような一層構造導波管スロットアンテナを応用して構成した本発明に係るアクティブフェーズドアレーアンテナの第1の実施形態を図3に概念的に示す。なお以下では図2のアンテナと共通する要素部分には共通する符号を付して説明する。本実施形態のアンテナは、給電導波管6を放射導波管5ごとに対応させて仕切り、逆相給電一層構造導波管スロットアンテナと同様に各放射導波管5にアクティブ素子13を取り付けて構成してある。なおアクティブ素子13は、増幅器や移相等のマイクロ波回路素子等からなるものであるが、その構成、作用等については周知であるので図では点で示すに止め説明は省略する。

【0011】この実施形態のアンテナは、図示した座標系で各放射導波管5をy軸上に素子間隔d（例えば約0.8波長間隔）で配列したとし、全体でN個ある放射導波管5に座標原点に近い方から0、1、2、・・・N-1の番号をつけ、n番目の放射導波管5の励振振幅を $a_n$ 、励振位相を $-\phi_n$ とし、z軸からの角を $\theta$ とすると、yz面の指向性は

【数1】

$$E(\theta) = \sum_{n=0}^{N-1} a_n e^{-j\phi_n} \cdot e^{jkn d \sin \theta}$$

のようになる。そして主ビームの方向の角度を $\theta_0$ とすると、このアクティブフェーズドアレーアンテナの指向性は、指向性を表す変数をuとして

【数2】

$$E(u) = \sum_{n=0}^{N-1} a_n e^{jnu}$$

【数3】

$$u = kd(\sin \theta - \sin \theta_0)$$

【数4】

$$\phi_n = nu_0$$

【数5】

$$u_0 = kd \sin \theta_0$$

のようになる。このアンテナではアクティブ素子は節減していないが、図6に点線で示すように通常のアレーと同様の指向性を示す。ただし、導波管幅が約0.8波長であるため、走査角が $\pm 26^\circ$ を越えるとグレーティングローブが発生する。

【0012】図4は本発明に係るアクティブフェーズドアレーアンテナの第2の実施形態を概念的に示す。本実施形態のアンテナは、同相給電一層構造導波管スロットアンテナと同様の構造を有し、かつ2個の隣り合う一対の放射導波管5、5ごとに給電導波管6を仕切り、各仕切りに対して1個のアクティブ素子13を配してアクティブ素子13を半数に節減している。図4の実施形態と同様の座標系を考え、励振位相を $\phi_{2n} = \phi_{2n+1} = (2n+1)u_0/2$  ( $n=0, 1, 2, \dots$ ) とすると、位相誤差は $\Delta \phi_{2n} = -u_0/2$ 、 $\Delta \phi_{2n+1} = u_0/2$  となり、指向性は

【数6】

$$E(u) = \sum_{n=0}^{N-1} a_n e^{j\Delta \phi_n} e^{jnu}$$

のようになる。等振幅励振 ( $a_n=1$ ) のときの解析結果によると、大きさ  $\tan(u_0/2)$  のグレーティングローブが  $u=\pi$  の方向に現れる。 $\theta_0=10^\circ$ 、 $d=0.64\lambda$  のときのグレーティングローブは、図6に波線で示すように  $-8\text{ dB}$  になる。

【0013】図5は本発明に係るアクティブフェーズドアレーアンテナの第3の実施形態を概念的に示す。本実施形態のアンテナは、一層構造導波管給電回路の特徴を利用し、給電導波管6を仕切らずに、アクティブ素子13の給電点間にある2個の隣り合う導波管5、5の給電位相に勾配をもたせるようにしたものである。本実施形態のアンテナでは、文献（広川、安藤「ブロック励振法を用いた一層構造導波管電力分配器に関する基礎検討」：1998信学総合大会（1998年3月））によれば、図3の実施形態と同様に位相誤差はなくすることができ、上述の数式2と同じ指向性となる。ただし、隣接するアクティブ素子13の励振振幅に差ができ、等振幅励振の場合では  $a_{2n+1}/a_{2n} = \alpha$  ( $n=0, 1, 2, \dots$ ) となる。上記文献によると、走査角  $\pm 10^\circ$  では  $\alpha=1.4\text{ dB}$  となる。

【0014】また等振幅励振 ( $a_{2n}=1$ 、 $a_{2n+1}=\alpha$ ) のときの解析結果によると、大きさ  $(\alpha-1)/(\alpha+1)$  のグレーティングローブが  $u=\pi$  の方向に現れる。本実施形態の指向性を図6に実線で示したが、指向性はほぼ劣化しないことがわかる。

【0015】

【発明の効果】請求項1に係るアクティブフェーズドアレーアンテナは、以上説明してきたように、複数の放射導波管の管軸方向に対して直交させて放射導波管の各々に給電する給電導波管を同一平面内に形成し、各放射導波管ごとに給電導波管を仕切って各仕切り部分ごとにアクティブ素子を配してなる構成としたので、自動車衝突防止レーダ等として新規な構造で高利得のアクティブフェーズドアレーアンテナを提供できるという効果がある。

【0016】請求項2に係るアクティブフェーズドアレーアンテナは、以上説明してきたように、複数の放射導波管の管軸方向に対して直交させて放射導波管の各々に給電する給電導波管を同一平面内に形成し、相隣的一对の放射導波管ごとに給電導波管を仕切って各仕切り部分ごとにアクティブ素子を配してなる構成としたので、請求項1のアクティブフェーズドアレーアンテナと同様に、自動車衝突防止レーダ等として新規な構造で高利得のアクティブフェーズドアレーアンテナを提供できるという効果があり、特に走査範囲が限定されるときは、アクティブ素子を半数に節減できるという効果がある。

【0017】請求項3に係るアクティブフェーズドアレーアンテナは、以上説明してきたように、複数の放射導波管の管軸方向に対して直交させて放射導波管の各々に対して給電する給電導波管を同一平面内に形成し、給電導波管を仕切らずに相隣的一对の放射導波管ごとにアクティブ素子を配してなる構成としたので、請求項1、2のアクティブフェーズドアレーアンテナと同様に、自動車衝突防止レーダ等として新規な構造で高利得のアクティブフェーズドアレーアンテナを提供できるという効果

があり、特に走査範囲が限定されるときは、請求項2のアクティブフェーズドアレーアンテナと同様に、アクティブ素子を半数に節減できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来公知の導波管スロットアンテナの一例を示す斜視図である。

【図2】本願発明者等が先に提案した一層構造導波管スロットアンテナを示す斜視図である。

【図3】本発明に係るアクティブフェーズドアレーアンテナの第1の実施の形態を示す概念図である。

【図4】本発明に係るアクティブフェーズドアレーアンテナの第2の実施の形態を示す概念図である。

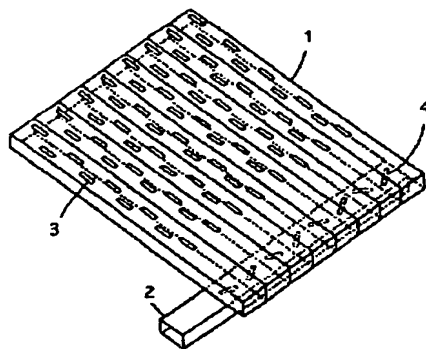
【図5】本発明に係るアクティブフェーズドアレーアンテナの第3の実施の形態を示す概念図である。

【図6】本発明に係るアクティブフェーズドアレーアンテナの各実施形態における指向性を示すグラフである。

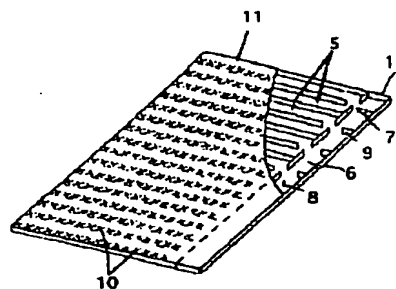
【符号の説明】

- 1 放射導波管
- 2 給電導波管
- 3 スロット
- 4 結合スロット
- 5 放射導波管
- 6 給電導波管
- 7 給電窓
- 8 給電ピン
- 9 整合用壁
- 10 十字型スロット
- 11 スロット板
- 12 みぞ構造体
- 13 アクティブ素子

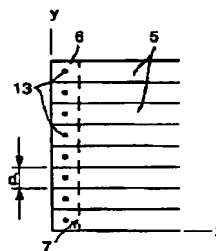
【図1】



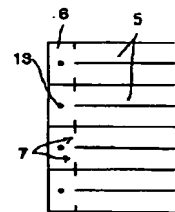
【図2】



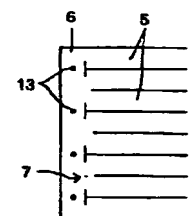
【図3】



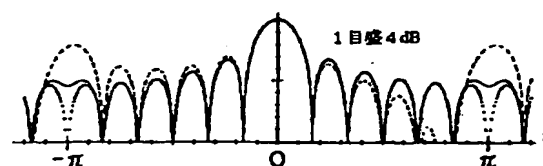
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 1 Q 21/06

G 0 1 S 13/93

Z